

POSITION DETECTOR AND ALIGNMENT DEVICE HAVING POSITION DETECTOR

Publication number: JP2004335569 (A)

Publication date: 2004-11-25

Inventor(s): YAMADA TOMOHIRO; MIZUTANI NATSUHIKO +

Applicant(s): CANON KK +

Classification:

- International: G01B11/00; G01B11/14; G01N21/55; G03F9/00; H01L21/027; (IPC1-7): G01B11/00; H01L21/027

- European: G01B11/14; G03F9/00T12; G03F9/00T22

Application number: JP20030126185 20030501

Priority number(s): JP20030126185 20030501

Also published as:

JP4289918 (B2)

US2004218165 (A1)

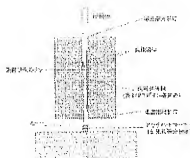
US7136166 (B2)

US2007127037 (A1)

US7655390 (B2)

Abstract of JP 2004335569 (A)

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a position detector capable of detecting a position with high precision in the horizontal direction and the vertical direction without requiring a complex mechanism. ; **SOLUTION:** The position detector has an interface structure of a negative dielectric and a dielectric. The interface structure detects plasmon strength for a microstructure in a plane including the interface structure or in the vicinity thereof, and detects positional relationship between the interface structure and the microstructure. ; **COPYRIGHT:** (C) 2005,JPO&NCIPI



Data supplied from the **espacenet** database — Worldwide

Family list

3 application(s) for: JP2004335569 (A)

Sorting criteria: Priority Date Inventor Applicant Ecia

- 1 **POSITION DETECTOR AND ALIGNMENT DEVICE HAVING POSITION DETECTOR**
Inventor: YAMADA TOMOHIRO, MIZUTANI NATSUHIKO
EC: G01B11/14; G03F9/00T12; (+1) Applicant: CANON KK
Publication JP2004335569 (A) - 2004-11-25 Priority Date: 2003-05-01
Info: JP4289918 (B2) - 2009-07-01
Position sensor, method for detecting horizontal and vertical position, alignment apparatus including position sensor, and method for horizontal and vertical alignment
Inventor: YAMADA TOMOHIRO [JP]; MIZUTANI NATSUHIKO [JP]
EC: G01B11/14; G03F9/00T12; (+1) Applicant: CANON KK [JP]
Publication US2004218185 (A1) - 2004-11-04 Priority Date: 2003-05-01
Info: US7138166 (B2) - 2008-11-14
- 2 **POSITION SENSOR, METHOD FOR DETECTING HORIZONTAL AND VERTICAL POSITION, ALIGNMENT APPARATUS INCLUDING POSITION SENSOR, AND METHOD FOR HORIZONTAL AND VERTICAL ALIGNMENT**
Inventor: YAMADA TOMOHIRO [JP]; MIZUTANI NATSUHIKO [JP]
EC: G01B11/14; G03F9/00T12; (+1) Applicant: CANON KK [JP]
Publication US2007127037 (A1) - 2007-06-07 Priority Date: 2003-05-01
Info: US7655390 (B2) - 2010-02-02
- 3 **POSITION DETECTOR AND ALIGNMENT DEVICE HAVING POSITION DETECTOR**
Inventor: YAMADA TOMOHIRO, MIZUTANI NATSUHIKO
EC: G01B11/14; G03F9/00T12; (+1) Applicant: CANON KK
Publication JP2004335569 (A) - 2004-11-25 Priority Date: 2003-05-01
Info: JP4289918 (B2) - 2009-07-01
Position sensor, method for detecting horizontal and vertical position, alignment apparatus including position sensor, and method for horizontal and vertical alignment
Inventor: YAMADA TOMOHIRO [JP]; MIZUTANI NATSUHIKO [JP]
EC: G01B11/14; G03F9/00T12; (+1) Applicant: CANON KK [JP]
Publication US2004218185 (A1) - 2004-11-04 Priority Date: 2003-05-01
Info: US7138166 (B2) - 2008-11-14

Data supplied from the **espacenet** database — Worldwide

【特許請求の範囲】

【請求項1】

負誘電体と誘電体の界面構造を有し、該界面構造によって該界面構造を含む面内またはその近傍の微小構造に対するプラズモン強度を検出し、該界面構造と該微小構造との位置関係を検出する構成を備えていることを特徴とする位置検出装置。

【請求項2】

前記界面構造において、その界面が互いに平行であることを特徴とする請求項1に記載の位置検出装置。

【請求項3】

前記界面構造において、その法線が互いに同一平面にあることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の位置検出装置。

【請求項4】

前記界面構造を複数有し、それらが近接配置されていることを特徴とする請求項1～3のいずれか1項に記載の位置検出装置。

【請求項5】

前記複数の界面構造が、直線状または十字状またはリング状またはアレイ状に配置されていることを特徴とする請求項4に記載の位置検出装置。

【請求項6】

請求項1～5のいずれか1項に記載の位置検出装置を有し、該位置検出装置によりマスクと被露光基板間の位置関係を検出し、これらのアライメントを行う構成を備えていることを特徴とするアライメント装置。

【請求項7】

前記界面構造が、前記マスクに形成されていることを特徴とする請求項6に記載のアライメント装置。

【請求項8】

前記界面構造が、該界面構造を含む前記マスクの基板を略貫通していることを特徴とする請求項7に記載のアライメント装置。

【請求項9】

前記マスクの遮光層が、負誘電体で形成されていることを特徴とする請求項6～8のいずれか1項に記載のアライメント装置。

【請求項10】

前記微小構造が、金属製であることを特徴とする請求項6～9のいずれか1項に記載のアライメント装置。

【請求項11】

前記微小構造が、被露光基板に形成されていることを特徴とする請求項6～10のいずれか1項に記載のアライメント装置。

【請求項12】

前記微小構造が、前記被露光基板に凹部として形成されていることを特徴とする請求項11に記載のアライメント装置。

【請求項13】

前記微小構造が、被露光基板に凸部として形成されていることを特徴とする請求項11に記載のアライメント装置。

【請求項14】

前記微小構造の前記被露光基板表面からの高さが、該被露光基板に成膜される感光材料の厚さと略同程度ないしそれ以上であることを特徴とする請求項6～13のいずれか1項に記載のアライメント装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は位置検出装置、及び該位置検出装置を有するアライメント装置に関するものであ

る

【0002】

【従来の技術】

従来、高集積度の半導体集積回路等の露光装置として、マスクパターンをウエハ上のレジストに密着させ露光転写するコンタクト露光装置が知られている。

このような露光装置の一つとして、例えば、特許文献1のような近接場光によるコンタクト露光装置が提案されている。これは図14に示されているように、基板（ウエハ）106の表面にレジスト膜107を形成したものを被露光物とし、これをステージ108に取り付け、ステージ108を駆動して、フォトマスク101に対して基板106の相対位置合わせを行い、マスク面法線方向にステージ108を駆動し、フォトマスク101を基板106上のレジスト107に密着させ、露光光源109から出射される露光光110により、フォトマスク101おもて面の微小開口の近くを生じる近接場光でレジスト107の露光を行うものである。

【0003】

そして、従来においては、このようなコンタクト露光装置における上記フォトマスクと基板との位置合わせは、フォトマスクに対する基板（ウエハ）のマスク面内における2次元方向の相対位置合わせ、すなわち横方向のアライメントだけが行われるものであり、また、それは非特許文献1に示されているように、顕微鏡観察によるものが主流であった。

【0004】

【特許文献1】特開平11-145051号公報

【非特許文献1】早水 良定著「光機器の光学I」社団法人日本オプトメカトロニクス協会出版、1989年10月20日発行

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来のコンタクト露光装置においては、マスクとウエハとの間の距離測定や制御手段が備わっておらず、上記したとおりマスクとウエハとの位置あわせは、横方向のアライメントのみが行われるものであったことから、近接場光によるマスク密着露光などの場合に必要となる、マスク・ウエハ間の距離計測や制御を行うことができなかった。

【0006】

また、従来のコンタクト露光装置における顕微鏡観察での横方向のアライメントでは、その精度は1μm程度であり、例えば近接場光露光装置において要求される精度（100nm以下）には到底及ばないものであった。

これを、例えば、既存のレーザー測長等の測距技術を用いて、マスク・ウエハ間の距離測定・制御手段を構成しようとするれば、装置構成がきわめて煩雑なものとなってしまうこととなる。

【0007】

そこで、本発明は、複雑な機構を必要とせず、水平方向と垂直方向における高精度の位置の検出が可能となる位置検出装置、及び該位置検出装置を有するアライメント装置を提供することを目的としている。

【0008】

【課題を解決するための手段】

本発明は、以下のように構成した位置検出装置、及び該位置検出装置を有するアライメント装置を提供するものである。

すなわち、本発明の位置検出装置は、負誘電体と誘電体の界面構造を有し、該界面構造によって該界面構造を含む面内またはその近傍の微小構造に対するアズモン強度を検出し、該界面構造と該微小構造との位置関係を検出するように構成されている。

また、本発明の位置検出装置は、前記界面構造において、その界面が互いに平行とされ、またその法線が互いに同一平面にあることが望ましい。

また、本発明の位置検出装置は、前記界面構造を複数有し、それらを近接配置する構成を

採ることができる。

また、本発明の位置検出装置は、前記複数の界面構造が、直線状または十字状またはリング状またはアレイ状に配置した構成を採ることができる。

また、本発明のアライメント装置は、上記した位置検出装置を有し、該位置検出装置によりマスクと被露光基板間の位置関係を検出し、これらのアライメントを行うように構成される。

また、本発明のアライメント装置は、前記界面構造を前記マスクに形成することができる。

また、本発明のアライメント装置は、前記界面構造が、該界面構造を含む前記マスクの基板を略貫通して形成することができる。

また、本発明のアライメント装置は、前記マスクの遮光層が、負誘電体で形成されるようにしてもよい。

また、本発明のアライメント装置は、前記微小構造を、金属製とすることができる。

また、本発明のアライメント装置は、前記微小構造を、被露光基板に形成する構成を採ることができる。その微小構造を凹部として形成し、あるいは凸部として形成してもよい。

また、本発明のアライメント装置は、前記微小構造の前記被露光基板表面からの高さが、該被露光基板に成膜される感光材料の厚さと略同程度ないしそれ以上として形成される。さらに、本発明の上記構成における細部の特徴については、以下の説明により明らかとなる。

【0009】

【発明の実施の形態】

つぎに、本発明の発明の実施の形態について説明する。

本発明は、上記したように負誘電体と誘電体の界面構造を構成した点に特徴を有するものであるが、これは具体的には、小さなアプローブに相当するプラズモン導波路を構成し、これにより射出口近傍のマーカー等の構造部によりプラズモン強度を検出し、プラズモン導波路とマーカーの横方向の距離、あるいはプラズモン導波路とマーカーの縦方向の距離を制御するようにしたものである。

【0010】

以下に、このようなプラズモン導波路について、具体的に説明する。

図1に示される誘電体薄膜を負誘電体で挟んだ構造では、両界面における表面プラズモンの結合モード（以下FANOモードと記す）が存在し、その中には誘電体薄膜の膜厚を幾ら薄くしてもカットオフを持たない伝搬モードがある。誘電体薄膜の膜厚を光の波長以下にまで薄くすることで、このモードのビーム径も光の波長以下の大きさまで小さく出来る。

【0011】

図1は、このようなFANOモードを、例えばアライメントに用いることを想定した構成図である。

図1において、誘電体薄膜を表面プラズモンが導波して来てその射出口に達したとき、出射口近傍に、局在プラズモンが形成される。この局在プラズモンは射出口の径と同程度の大きさの領域に広がる。局在プラズモンが発生している領域内に他の物体が存在すると、この物体により局在プラズモンが乱される。

出射口近傍に金属片等の物体があると、局在プラズモンの一部は伝播光に変換され、散乱してゆき、また一部は反射され導波路内に戻ってゆく。

【0012】

このプラズモンの反射率は導波路出射口付近の誘電率分布によって変化するため、出射口近傍にフォトレジストがある場合と金属がある場合、または半導体等がある場合にも反射率は異なってくる。したがって、微小な領域に広がった局在プラズモン領域内に他の物質が入って来る等の誘電率変化が起こったときに、その局在プラズモンが影響され出射口近傍での表面プラズモンの反射率にも影響がでる。

【0013】

この原理を用いて、出射口近傍に何がしかの物質があるかどうか、より具体的にはマーカー等の構造があるかどうかを、「局在プラズモン」という小さなプローブで検知するのが本発明の基本原則である。

反射率の変化が顕著になるためには、誘電率分布が変化している領域が導波路出射口に近接していることが好ましく、導波路出射口と物体との距離 Δ は100nm程度以下の距離にあることが望ましい。

【0014】

本実施の形態のアライメント方法では、例えば上記プラズモン導波路をフォトマスクに作製し、局在プラズモンを散乱させるもしくは反射する物体をマーカーとして基板に作製する。そして例えば図2の様な構成にし、プラズモンの反射強度を検知する。導波路とマーカーの位置関係におけるプラズモン反射強度の変化の概略図を図3および図4に示す。

【0015】

表面プラズモンの導波路の出射口付近にマーカーが存在している場合には反射してくるプラズモンの強度が大きい。これに対し、マーカーがプラズモン導波路の出射口付近に無い場合（位置ずれがある場合、もしくははマスクと基板の距離が異なる場合共に）はプラズモンの反射強度が小さくなる。したがってプラズモンの反射強度をモニタすることでプラズモン導波路とマーカーの横方向のアライメント及びマスクとマーカー間の縦方向の距離制御を行なえる。

【0016】

プラズモンの励起のためにはプラズモン導波路入射口付近に励起光を集光して照射すればよい。プラズモンの励起のためには励起光をプラズモン導波路入射口付近に集光して照射すればよい。ただし、励起光の偏光方向は、プラズモン導波路の形状に依存して設定する必要がある。プラズモンは基本的にTM波で励起するので、例えば導波路形状がスリット状である場合にはスリットと垂直な方向に偏光している光で励起することが好ましい。プラズモンの反射強度は、例えばプラズモン導波路の入射口付近を微小金属プローブ等で走査して測定してもよいし、プラズモン導波路入射口に帰ってきたプラズモンから発生する散乱光の強度変化を測定しても良い。

【0017】

導波路層の形状は、各界面が互いに平行である、つまり導波路層の幅が一定であることが特に望ましい。これは界面の平行度が低いとプラズモンのモードが安定ではないこと、また界面が平滑でないとプラズモンの導波の支障になるためである。

このときマーカーの大きさ、形状は、導波路の誘電体層の出射口の大きさ、形状と略同等であることが望ましい。マーカーの大きさが導波路出射口の面積に対してあまりに大きすぎるとアライメント精度の低下につながる。またマーカーが小さすぎるとプラズモンの反射率変化を検出しにくくなる。

【0018】

さらに、導波路出射口形状及びマーカー形状は、ドット状である必要はない。図5に示すように、十字型、I型等にてもよい。またリング状にてもよい。リングは同心円状にても良い。ただし、マーカーの形状はあくまでプラズモン導波路の誘電体層の形状と略同等であることが望ましい。また、導波路出射口形状と、マーカー形状はこの場合も略一致していることが望ましい。

また、図6に示すように、マーカー形状は凸構造にしておくことで、アライメントの際に導波路出射口とマーカーの間隔が小さくできるので望ましい。基板上には通常フォトレジストが塗布されているため、マーカーが凸構造に作製され且つマーカー頂部のフォトレジスト層の厚さが非常に薄いことで、マーカー頂部付近の実質的な誘電率や屈折率変化を容易に大きくすることができる。しかし、被露光基板自体をパッチプロセス等その他の手段を用いて凸構造に加工するのではなく、平らな被露光基板表面に何がしかの金属片を設置しても良い。逆に基板を凹構造とし、その周囲との実効的な屈折率変化、誘電率変化を生じさせても良い。凹構造の場合は基板上の凹構造を作製したい部分に直接にFIB加工装置やその他微細加工が可能な装置を用いて簡易に作製できる。

【0019】

また、マーカーや導波路出口形状をある程度大きく（数 μm 程度）することで、粗アライメントから微アライメントに移行しやすくなる。また本発明のアライメント方法をもつばら微アライメントとして使用し、粗アライメントの機構は別に作製しても良い。

また、プラズモン導波路構造、及びマーカーは、マスク上及び基板上に複数配置されていてもよい。例えば、図7に示すようにその並び方が直線状、アレイ状であってもよいし、あるいは十字状、リング状であっても良い。

【0020】

【実施例】

本発明の実施例における、図14に示されるような近接場露光装置のフォトマスクに、本発明のプラズモン導波路構造を組み込んだ構成例について説明する。本実施例においては、近接場露光装置のフォトマスクの基板に、プラズモン導波路構造をつぎのような工程により、作製する。

まず、面方位100のSiの基板1を用意する（図8（a））。

この基板の両面にLPCVD装置で Si_3N_4 のマスク母材2を500nm成膜する（図8（b））。

次に基板1の裏面に CF_4 でバックエッチ孔3のパターニングを行なう（図8（c））。

次に基板1をKOHにより結晶軸四方性エッチングをし、マスク母材からなるマスク薄膜部4を形成する（図8（d））。

次にこのマスク薄膜部4の端に近い部分（マスク薄膜部中心から2mmの距離の点AおよびB）に、FIB加工装置で直径約100nmの貫通孔5及び貫通孔6を作製する（図8（e））。貫通孔をあける手段はFIB加工装置に限るものではない。

【0021】

次にメタルCVD装置により金属層7としてCrを40nm成膜する。メタルCVDにより成膜する金属はCrには限らない。FANOモードを導波しやすい金属が特に好ましい。次にLPCVD装置により誘電体層8として Si_3N_4 を成膜し、貫通孔をふさいだ（図8（f））。

次にRIE装置により基板1の両面の誘電体層8をエッチングした後、メタルRIE装置により基板1裏面の金属層7をエッチングした。この結果、金属層7及び誘電体層8は貫通孔内部及び表面側に残された。次に、基板1のおもて面にレジスト層9を塗布し、粗アライメント用の窓を作製するためのパターン10とパターン11を作製した（図9（a））。

次にドライエッチングによりパターン10とパターン11の部分の金属層7を除去した。パターン10とパターン11の大きさは1mm角でこの中に粗アライメント用にマーカー12とマーカー13を作製した。マーカー12とマーカー13の大きさは10 μm 、形状は図13に示されるような十字型とした。次にレジスト層9を除去し、プラズモン導波路構造2、23を基板1に作製した（図9（b））。

【0022】

次に基板1の金属層7の所望の場所（本実施例では裏面のバックエッチ孔の反対側の表面）にFIB加工装置でマスクパターン14を作製し、フォトマスク100を完成させた（図10）。

被露光基板としてEB加工やFIB加工、その他微細加工が可能な装置を用いて、あらかじめアライメント用のマーカー15、マーカー16、マーカー19、マーカー20を作製してある基板21を用意した（図11）。

【0023】

このアライメント用のマーカー15、16、19、20を有する基板21と、プラズモン導波路構造2、23を有するフォトマスク100を近接させ、プラズモン導波路構造2、23に白色光を照射しプラズモンを励起し、つぎのように、粗アライメントを行なった後、微アライメントをおこなった。

まず、フォトマスク100と基板21の距離を変化させ、プラズモンの反射強度に変化が

あるか測定する。フォトマスク100と基板21間の距離に依存してプラズモンの反射強度に急激な変化があるような位置を探し、フォトマスク100と基板21の横方向のアライメントをとる。

【0024】

マーカがあると思われる場所の上に導波路構造を持ってきたら、フォトマスク100と基板21の距離を接近させ、更なる横方向のアライメントをする。横方向のアライメントが取れたら、縦方向の距離制御を行なう。フォトマスク100と基板21の距離を接近させるに連れてプラズモンの反射強度が増加する。強度の増加が止まったときが、フォトマスク100と基板21が略接触している状態であるため、フォトマスク100と基板21の距離はプラズモンの反射強度が最大の状況からやや小さいところで維持しておく。

【0025】

このように、フォトマスク100と基板21を用いれば、簡単なアライメント用の構造で横方向（基板21に対して水平方向）に100nm程度以下の高精度なアライメントを行なうことが可能となる。また、縦方向（基板21に対して垂直方向）にも100nm程度以下の精度で距離制御を行なえる。

また、本実施例では誘電体として、 Si_3N_4 を埋め込んであるが、誘電体としてはこの物質に限らない。空気でも構わない。また導波路構造がフォトマスクを貫通しているが、貫通していない構造でも構わない。また、マーカーの形は図12のように作製したが、その形状は図12に限らない。また大きさも本実施の形態や実施例で説明したものに限らない。

【0026】

さらに、基板21のマーカー15、16、19、20は、その頂部に金属層17や金属層18がついてなくても良い。

また、マーカーは凸部でなく逆に凹部でも構わない。凹構造の場合は基板にFIB加工装置やその他微細加工可能な装置を用いて直接基板に形成しても良い。凹構造ならバッチプロセスを通さず基板に直接作製できるため簡易に作製することができる。

【0027】

【発明の効果】

本発明によれば、複雑な機構を必要とせず、水平方向と垂直方向における100nm以下の高精度の位置の検出が可能となる位置検出装置、及び該位置検出装置を有するアライメント装置を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態において、誘電体薄膜を負誘電体で挟んだプラズモン導波路構造により本発明の原理を説明するための図。

【図2】本発明の実施の形態において、プラズモンの反射強度の検知について説明するための図。

【図3】本発明の実施の形態における、横ずれ量とプラズモン反射強度の関係を示す概略図。

【図4】本発明の実施の形態における、縦方向の導波路とマーカーとの間の距離とプラズモン反射強度の関係を示す概略図。

【図5】本発明の実施の形態における、プラズモン導波路構造の形状の例を示す図。

【図6】本発明の実施の形態における、マーカー構造の例を示す図。

【図7】本発明の実施の形態における、複数配置のプラズモン導波路構造の例を示す図。

【図8】本発明における、実施例1の工程の一部を表す図。

【図9】本発明における、実施例1の工程の一部を表す図。

【図10】本発明における、実施例1の工程の一部を表す図。

【図11】本発明における、実施例1の工程の一部を表す図。

【図12】本発明における、実施例1の工程の一部を表す図。

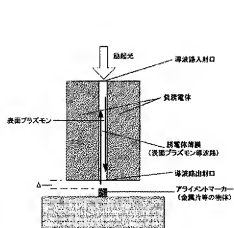
【図13】本発明における、実施例1の工程の一部を表す図。

【図14】従来例の近接場露光装置の構成を示す図。

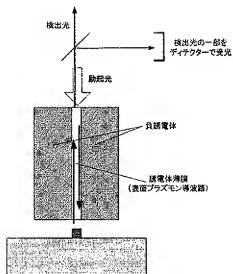
【符号の説明】

- 1 : 基板
- 2 : 母材
- 3 : バックエッチ孔
- 4 : マスク薄膜部
- 5 : 貫通孔
- 6 : 貫通孔
- 7 : 金属層
- 8 : 誘電体層
- 9 : レジスト層
- 10 : パターン
- 11 : パターン
- 12 : マーカー
- 13 : マーカー
- 14 : マスクパターン
- 15 : マーカー
- 16 : マーカー
- 17 : 金属層
- 18 : 金属層
- 19 : マーカー
- 20 : マーカー
- 21 : 基板
- 22、23 : プラズモン導波路構造
- 100、101 : フォトマスク
- 104 : マスクパターン
- 105 : 圧力調整容器
- 106 : 基板
- 107 : レジスト
- 108 : ステージ
- 109 : 露光光源
- 110 : 露光光
- 111 : コリメーターレンズ
- 112 : ガラス窓
- 113 : 圧力調整手段

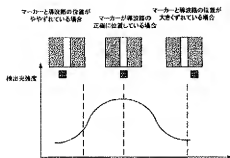
【図1】



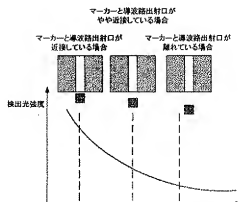
【図2】



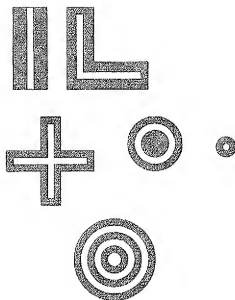
【図3】



【図4】

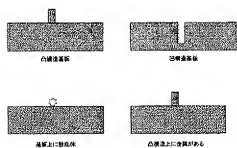


【図5】

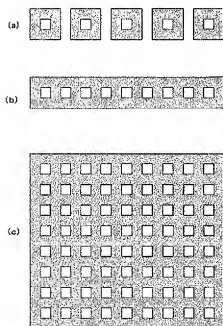


図中斜線部は負誘電体、白抜きは誘電体または空層

【図6】

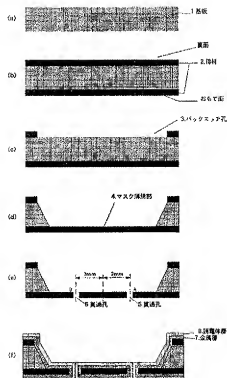


【図7】

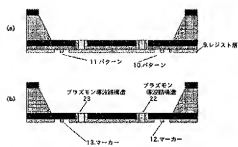


図中斜線部は負誘電体、白抜きは誘電体または空層

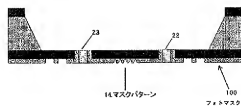
【図8】



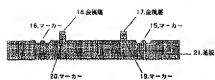
【図9】



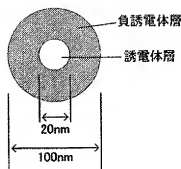
【図10】



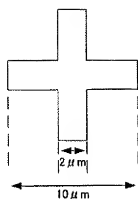
【図11】



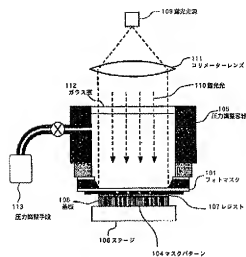
【図12】



【図13】



【図14】



Fターム(参考) 5F046 BA01 BA10 CB12 CB17 DA20 DA27 EA03 EA12 EA13 EA18
EB01 FA03 FA09 FA20 FB04 FB08 FE20